



Oběhová soustava

Kateřina Němcová

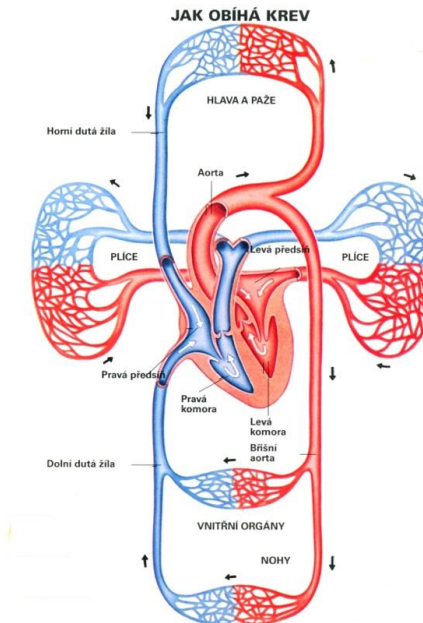
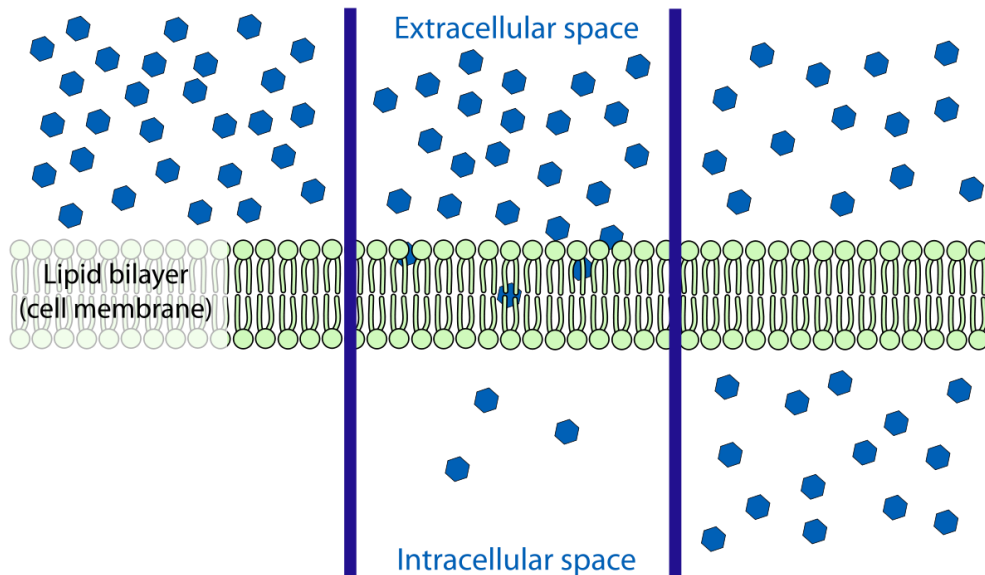
Funkce

- Transport živin
- Distribuce dýchacích plynů
- Rozvod hormonů

- OS funkčně spjata s ostatními soustavami:
 - Transport živin z trávicí soustavy
 - Distribuce plynů – přívod O_2 do tkání a odvod CO_2 zpět do dýchací soustavy
 - Sběr a transport produktů metabolismu k vylučovací soustavě

- U malých a jednobuněčných organismů stačí distribuce živin a kyslíku pomocí difúze

- S rostoucí velikostí těla a komplexitou organismu – doprovázenou vznikem coelomu – tendence k uzavírání oběhové soustavy do cév a vytváření „pumpy“, která pomáhá distribuci živin



Tělní dutiny vs. Oběhová soustava

- Acoelomata
 - Bez tělních dutin – neznamená absenci tělních tekutin
- Pseudocoelomata
 - Primární tělní dutina – pseudocoel – ohraničen extracelulární matrix (ECM)
- Coelomata
 - Sekundární tělní dutina – coelom – ohraničen epitelem
 - Mixocoel – spojení primární a tělní dutiny (např. u arthropoda)
- Oběhová soustava původem z primární tělní dutiny je ohraničena ECM (extracelulární matrix)
 - Nazývána „blood vascular system“
- Oběhová soustava tvořena sekundární tělní dutinou je ohraničena epitelem
 - Nazývána „coelomic circulatory system“
- U živočichů s coelomem se může vyskytovat pseudocoelom v podobě oběhové soustavy!

„Předchůdci specializované Oběhové soustavy“

Gastrovaskulární soustava

- Slouží k trávení, rozvodu živin a transportu nestravitelných zbytků mimo tělo
- Nahrazuje oběhovou soustavu u živočichů, u kterých specializovaná OS chybí

Pseudocoelom

- Volná cirkulace tekutiny v pseudocoelomu
- Tekutina koluje ve všech tělních dutinách mimo trávící trubici
- Pohyb tekutiny vzbuzován kontrakcemi svalů tělní stěny

Oběhová soustava



Otevřená

- Částečně tvořena cévami
- Cévy jsou na distálních koncích otevřené
- Hemolymfa – tekutina, která má funkci krve i coelomové tekutiny
- Hemocoel – části těla, kde hemolymfa proudí volně

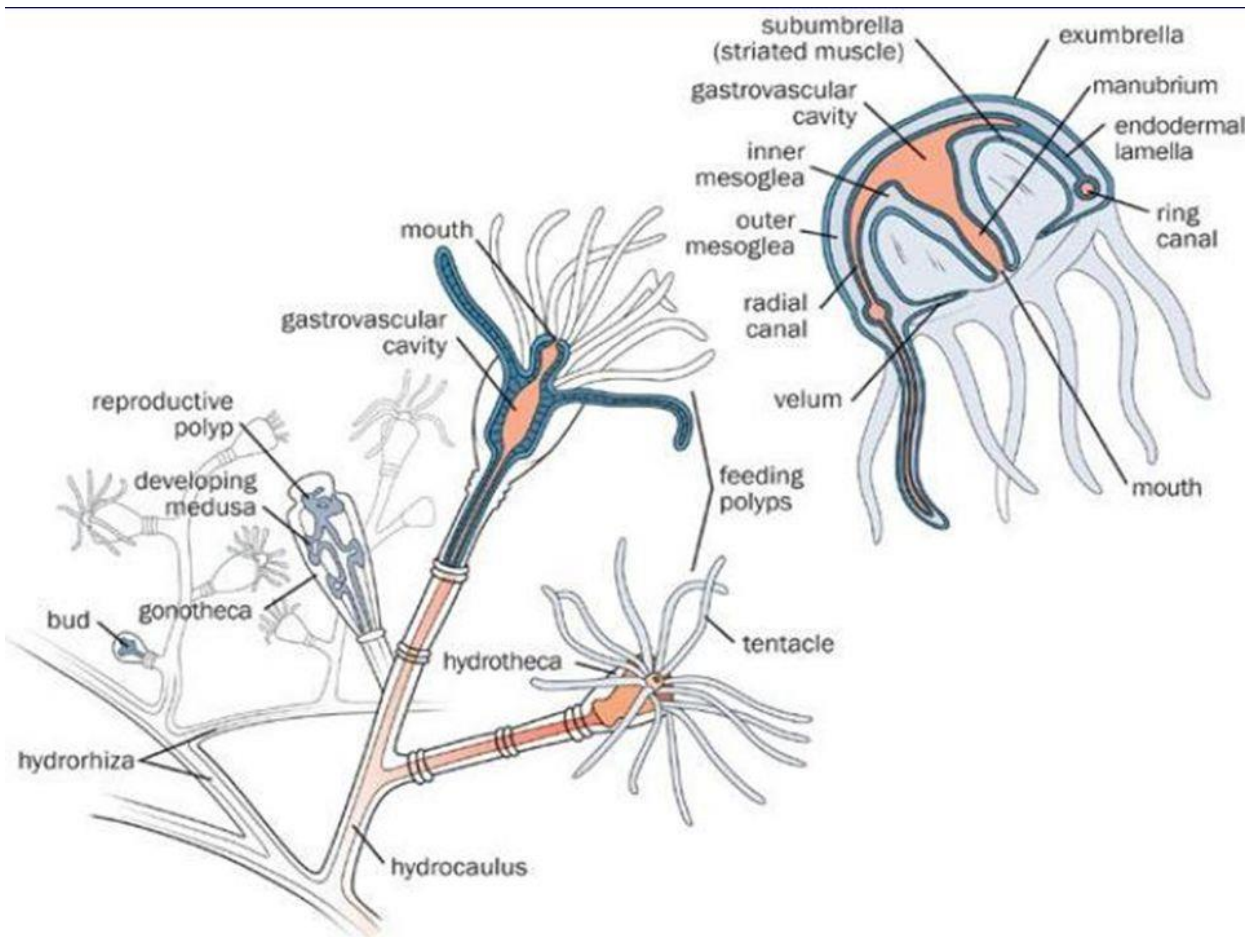
Uzavřená

- Celý systém tvořen cévami, ve kterých koluje krev daným směrem
- tekutina specializovaná pro transport živin a odvod metabolických produktů
- Krev zcela oddělena od coelomové tekutiny epitelem cév
- složitější typy oběhové soustavy u živočichů s pokročilou funkční diferenciací trávicí soustavy

Srdce

- Pumpa, která pod tlakem vhání krev do oběhového systému
- Specializovaný a diferenciovaný úsek cévy na jehož povrchu jsou okružní svalová vlákna
- V nejjednodušších případech má podobu trubice
- Ve složitějších případech je vnitřní prostor členěn systémem záklopek do menších komor
- Dvojí inervace:
 - 1) lokální – přímo svalovinou srdce (např. měkkýši, obratlovci)
 - 2) motrická – z nervové soustavy (např. členovci)

Cnidaria - Žahavci



- Oběhová soustava není – pouze gastrovaskulární systém (láčka)
- Tělní dutiny chybí
- Příjem kyslíku a výdej odpadních látek přímo epitelem
- U větších medúz a polypů
 - je gastrovaskulární systém rozvětven do chapadel,
 - nebo je vyvinut systém kanálků, kterými proudí obsah soustavy

Nematoda, Nematomorpha, Priapulida, Rotifera, Seisonida

- Není oběhová soustava
- Primární tělní dutina – pseudocoelomová tekutina
- Pohyb tělních tekutin je primitivní, neřízený a je umožněn tělním svalstvem

Platyhelminthes - ploštěnci

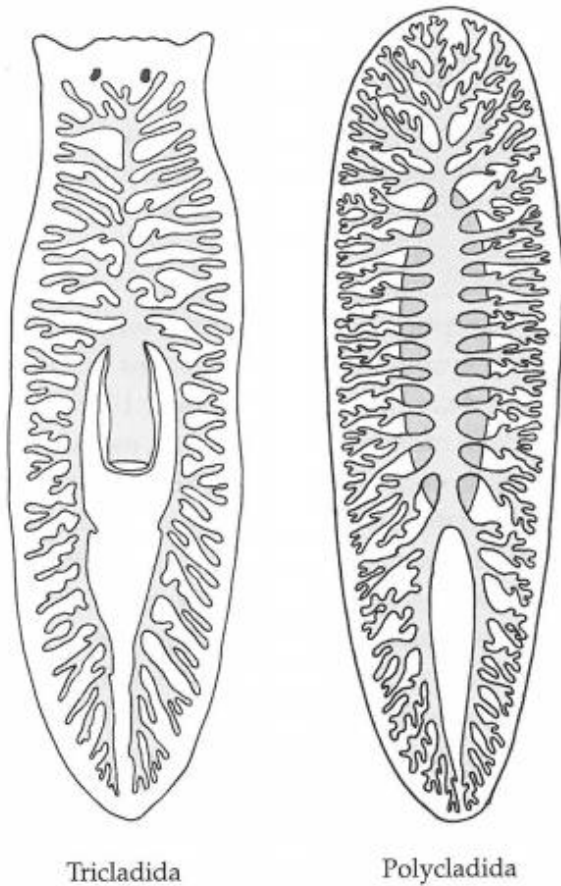
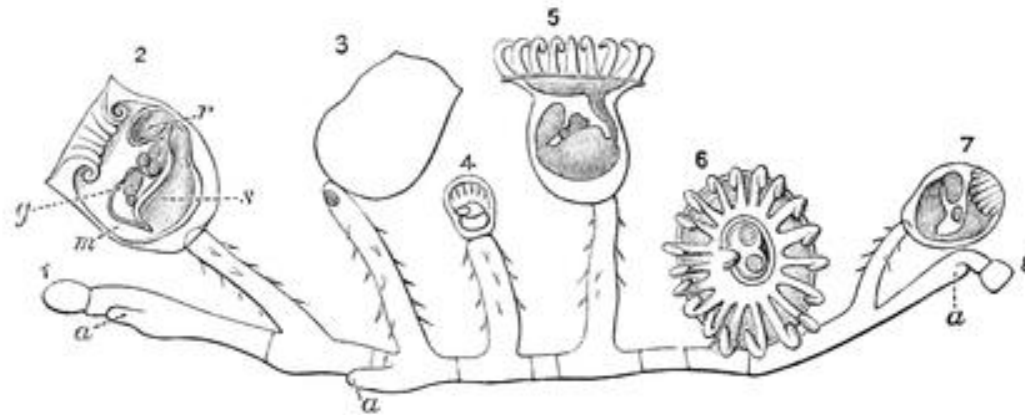


Fig. 10.2. Extension of the intestinal system by multiple branching in triclad and polyclad flatworms. Figures after Ax (1996).

- Oběhová soustava není
- Schizocoel
- Distribuce živin pomocí větveného střeva
- Zploštělé tělo usnadňuje difuzi O_2 a CO_2 přes integument skrze celé tělo

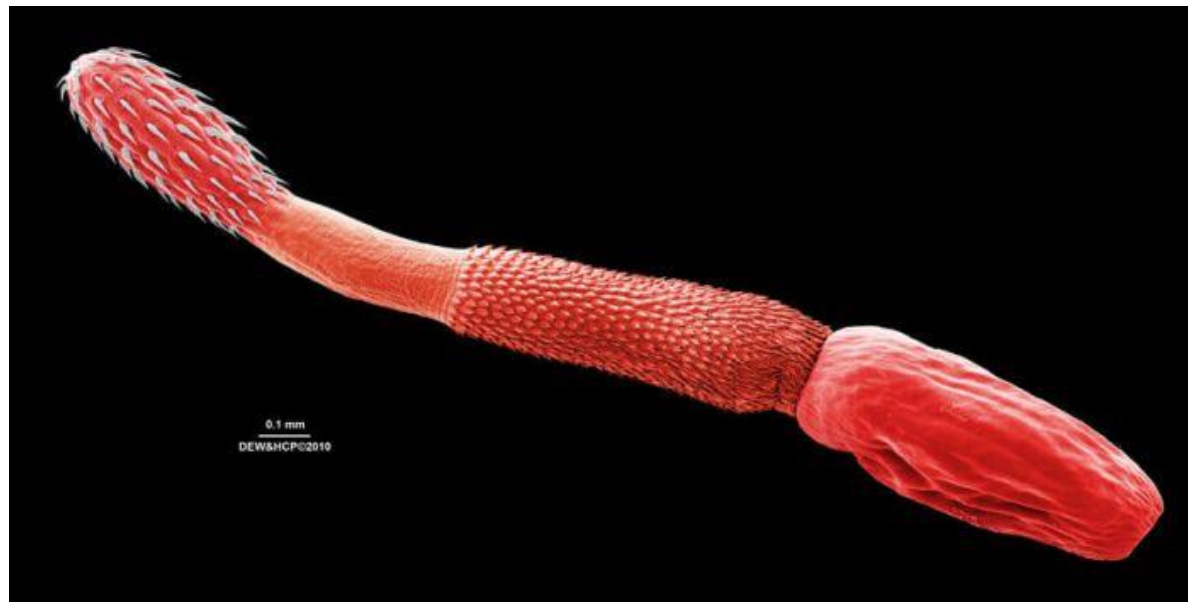
Kamptozoa – mechovnatci

- Primární tělní dutina
- V rámci ECM – systém malých lakun, které umožňují cirkulaci tělní tekutiny



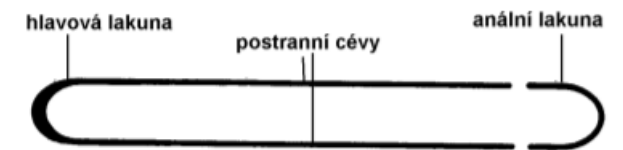
Acantocephala - vrtějši

- Oběhová soustava není
- Vyskytuje se lakunární systém – systém kanálků v syncitiu a svalech propojený s okolím pomocí pórů
- Lakunární systém nejspíš není ani primární, ani sekundární tělní dutina, ale spíše trhliny v syncitiální epidermis



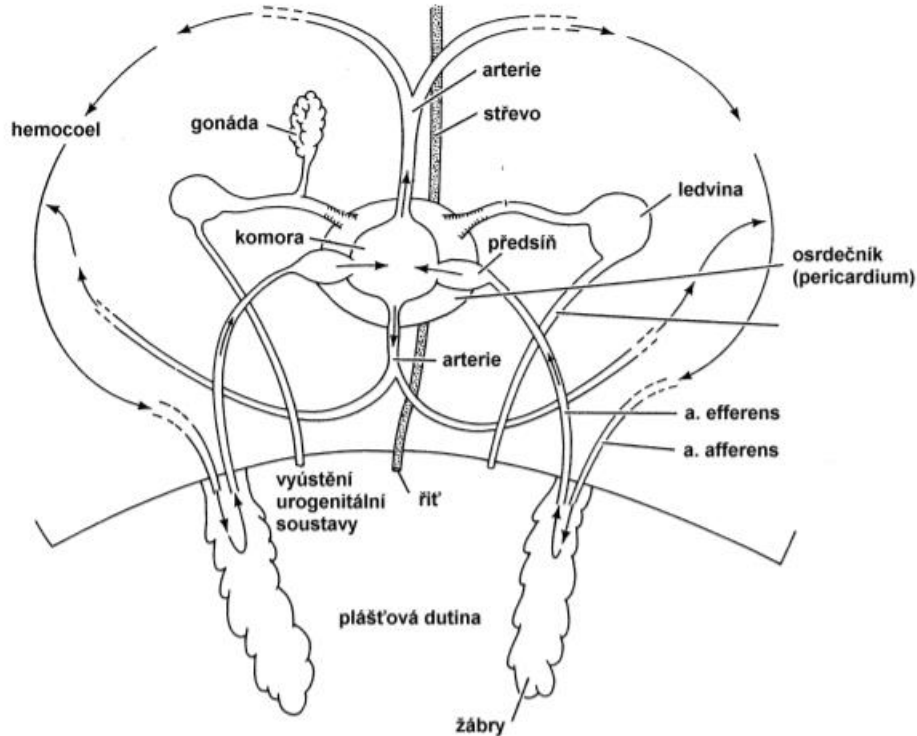
Nemertea - Pásnice

- Nejprimitivnější typ uzavřené oběhové soustavy ohraničený epitelem
- Jediný coelomový OS u bezobratlých
- LAKUNY
 - Tenkostěnné prostory – vznik z odškrcených částí coelomu
 - Jsou navzájem spojeny postranními cévami
- Není diferenciované srdce
- Proudění vyvoláváno peristaltickými pohyby cév
- Není ustáleno jednosměrné proudění krve
- Krev je bezbarvá tekutina obsahující pigmentová tělíčka



Obr. 20/ Jednoduchý uzavřený oběhový systém pásnic. Podle Hymana (1951).

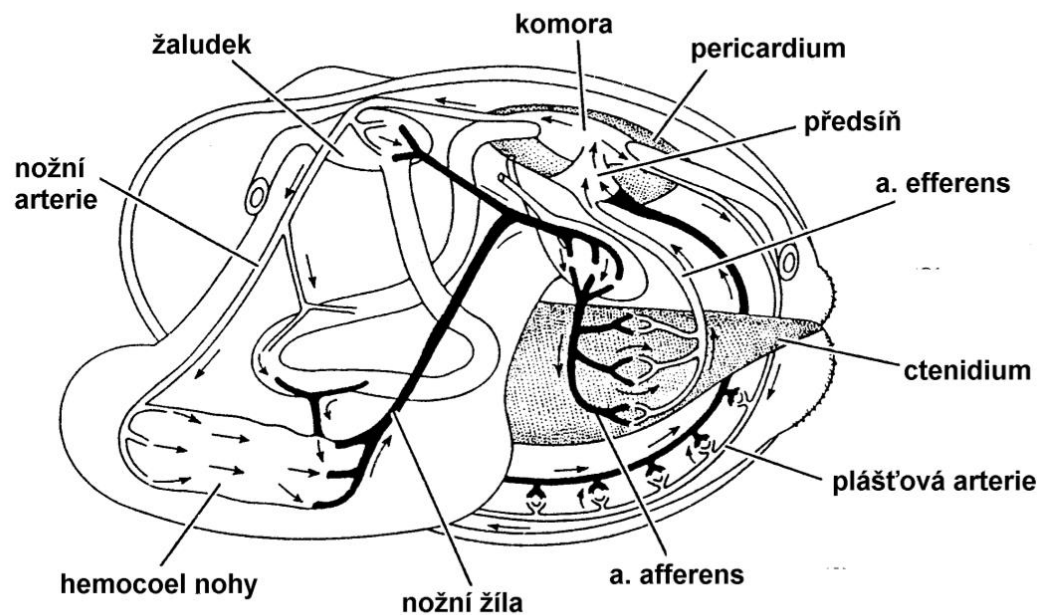
Mollusca - Měkkýši



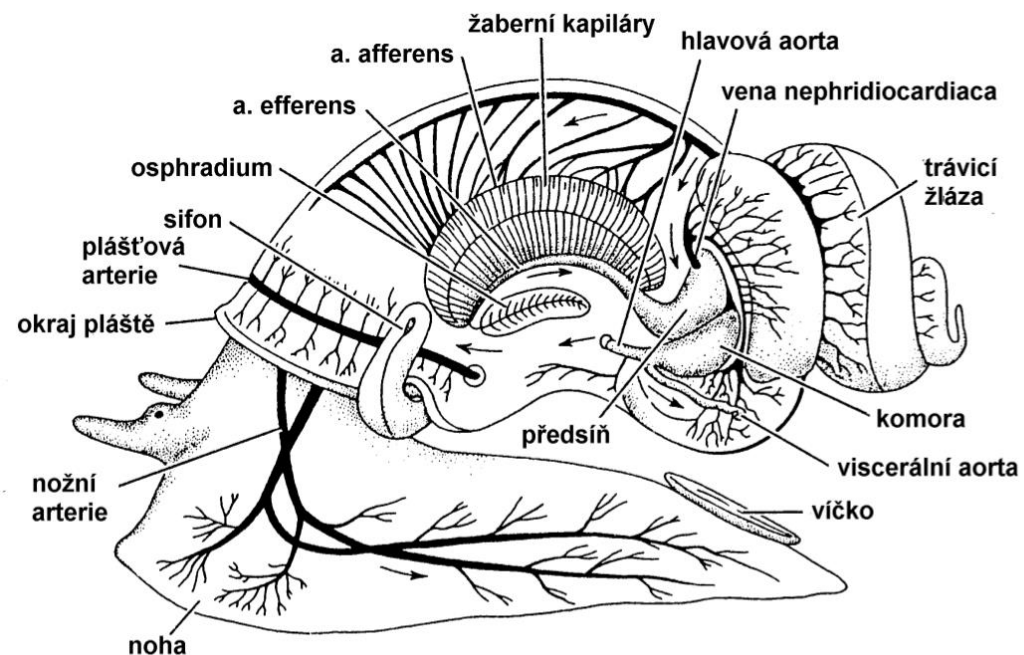
- Srdce napojené na otevřenou cévní soustavu, která se otevírá do hemocoelu
- Srdce
 - Centrální sinus obklopen coelomovým perikardem
 - Separace okysličené a odkysličené krve – vnitřní členění na pár předsíní a komoru
- Do předsíní je přiváděna okysličená hemolymfa z ktenidií (arteriae efferentes), odkud přechází do komory
- Z komory pumpována do arteria anterior, která se větví a nakonec otevírá do hemocoelu
- Odtud se sbírá do přívodných ktenidiálních cév (arteriae afferentes)

Obr. 212 Schema oběhového systému měkkýšů. Srdeční předsíně se vytvořily v souvislosti s párem ktenidií. Podle Brusca a Brusca (1990).

Mollusca - Měkkýši

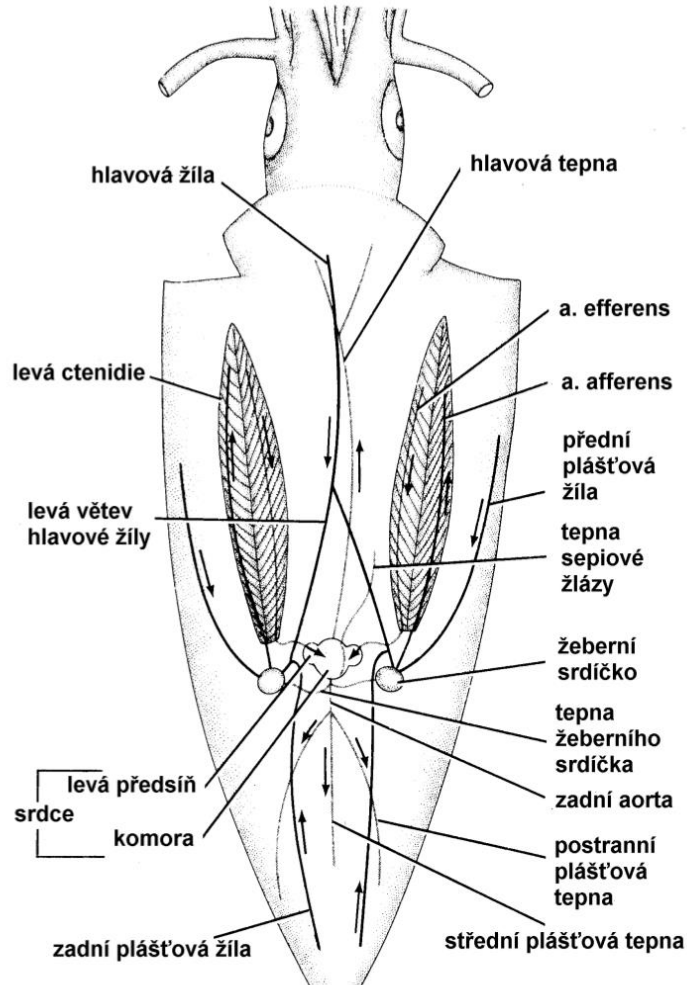


Obr. 213 Oběhový systém mlžů. Odkysličená krev znázorněna černě. Podle Pearse a kol. (1987), z Brusca a Brusca (1990).



Obr. 214 Oběhový systém plžů. Odkysličená krev znázorněna černě. Podle Coxe, z Brusca a Brusca (1990).

Cephalopoda – Hlavonožci



- Druhotně uzavřená (téměř) oběhová soustava – adaptace na nárůst velikosti těla
- Specializované cévy ohraňené epitelem!
 - **Tepny** – pouze okysličená krev
 - **Žíly** – pouze odkysličená krev
- **branchiální srdíčka** - kompenzují nízký tlak v žilách před jejich vstupem do žaber

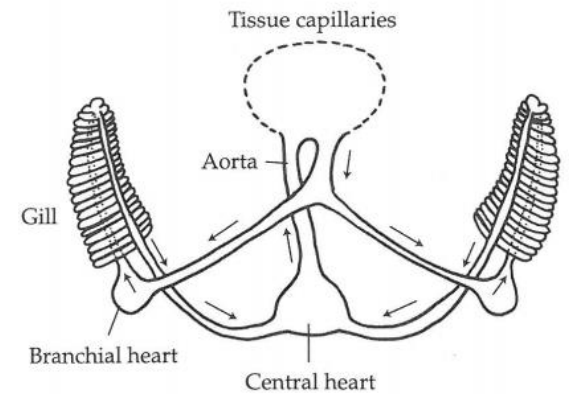
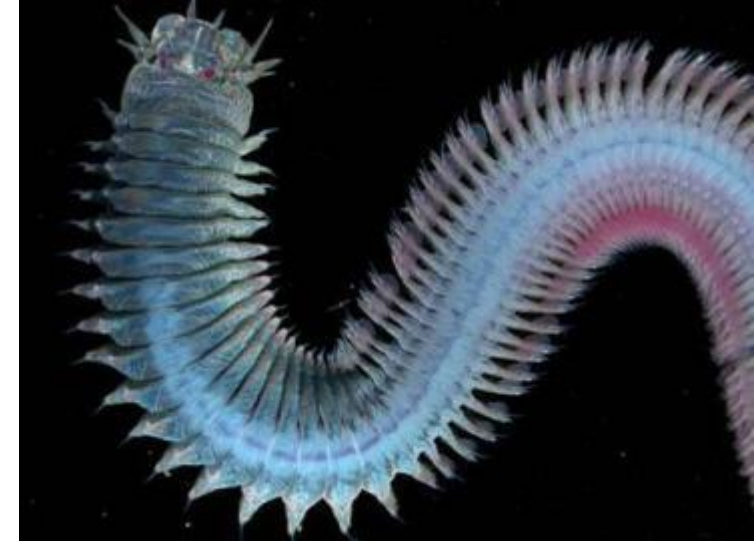


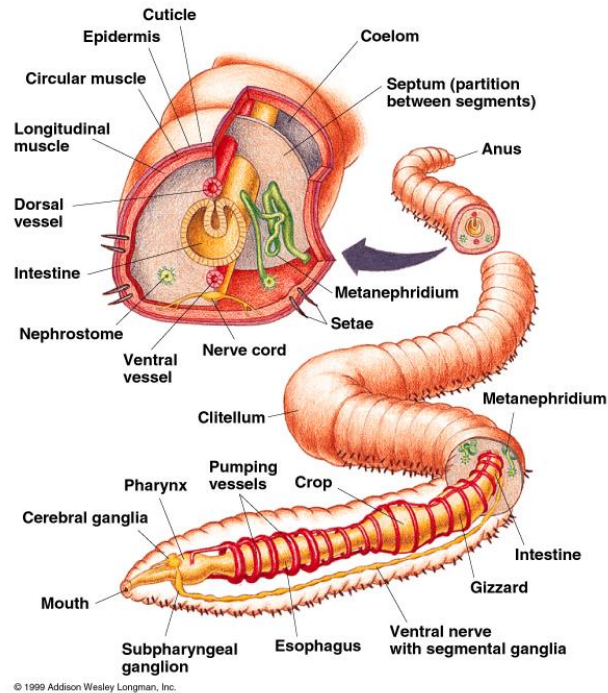
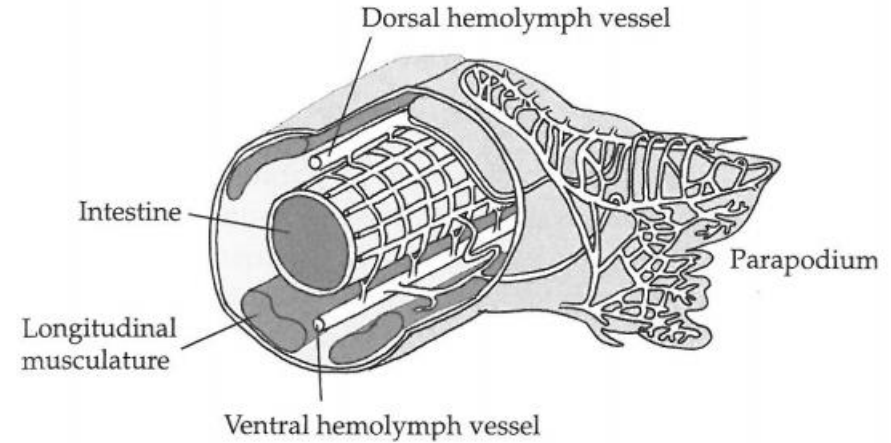
Fig. 10.4. Schematic circulatory system in cephalopods. After Ruppert et al. (2004).

Annelida - Kroužkovci

- Uzavřená CS
- Seriálně členěný coelom, homonomní segmentace
- Dorzální céva
 - okysličená krev proudí z dorzálních větví parapodií dopředu (k hlavovému konci)
- Ventrální céva
 - Krev proudí dozadu
- Obě cévy propojeny přední a zadní cévní pletení (připomíná lakuny u pásnic) a spojkami
- Všechny cévy se nachází mezi epitelem a přiléhajícími coelomovými dutinami a jsou schopny peristaltického pohybu

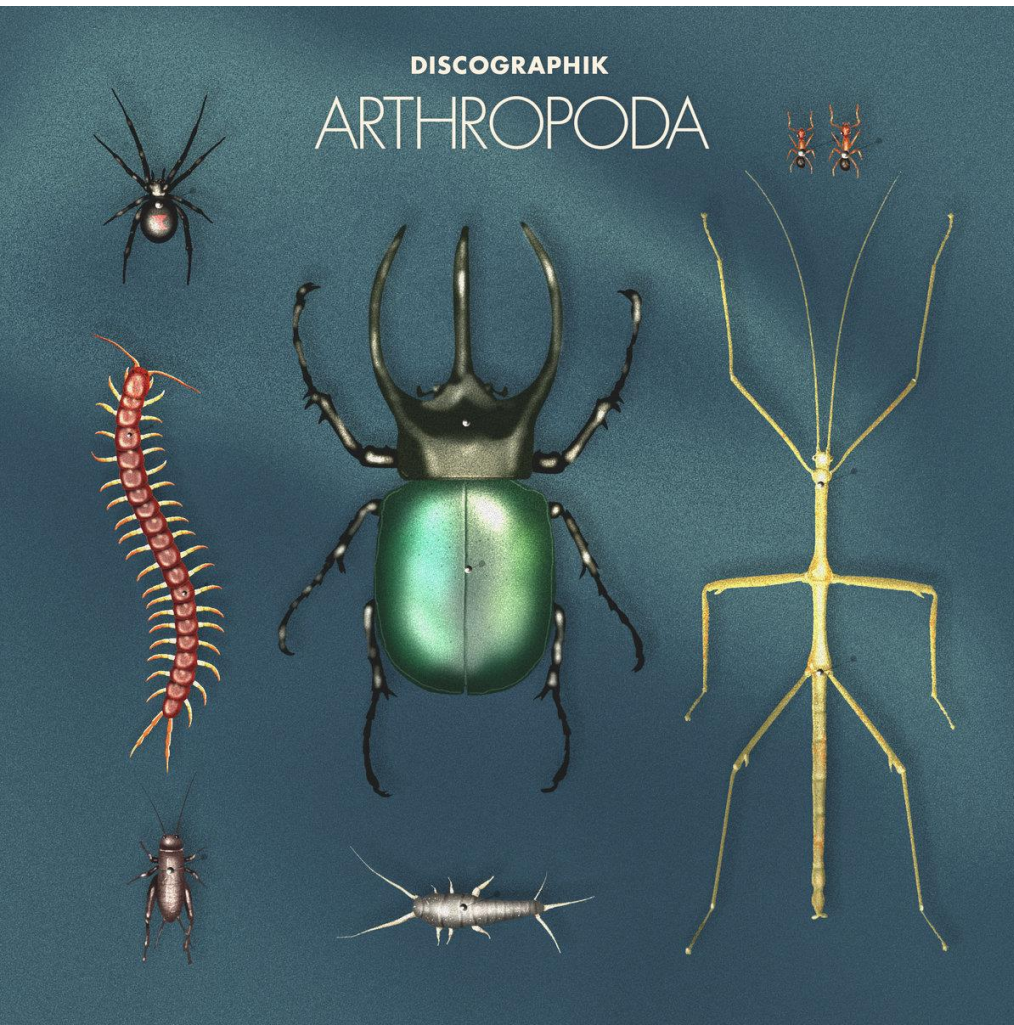


Annelida - Kroužkovci



- V hlavních cévách je směr proudění stálý – zajištěno chlopněmi a záklopkami
- Pohyb krve zajišťují kontraktlní úseky cév
- Kontrakce jsou vyvolávány svaly, které jsou na povrchu nebo uvnitř stěn cév
- V okolí žaludku se může krev rozlévat do prostoru označovaného jako střešní sinus

Arthropoda - ČLENOVCI

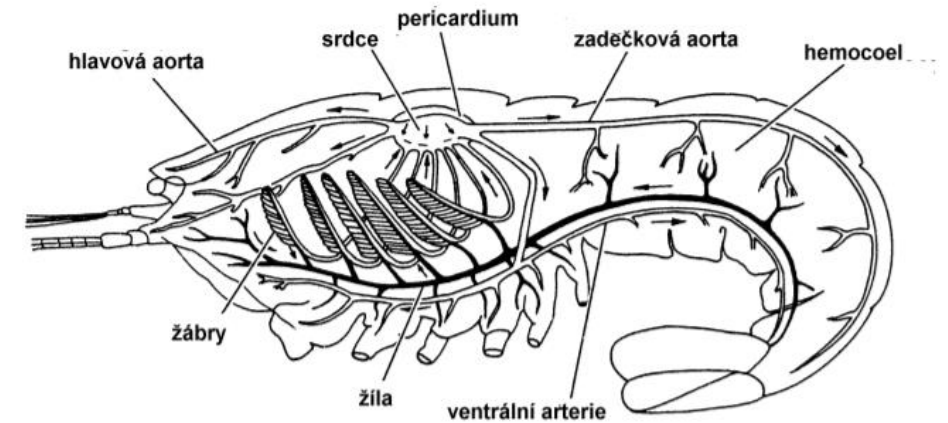


- Cévní soustava částečně uzavřená – v periferních oblastech těla se druhotně mění na otevřenou
- Cévy jsou na distálních koncích otevřené
- Hemolymfa – tekutina s vlastnostmi krve i coelomové tekutiny
- Hemocoel – části, kde hemolymfa volně proudí
- Se vznikem krunýře vznik velkého srdce umístěného na dorzální straně těla
- Srdce je obklopeno ECM a lumen srdce představuje primární tělní dutinu

Crustaceae - Korýši

- Okysličená krev je vypuzována ze srdce **dorzální cévou**
 - dopředu do hlavové části
 - dozadu do hemocoelu
- **Odkysličená krev ventrální cévou** do žaber
- Z žaber do **perikardiálního sinu**, ve kterém je uloženo srdce
- Odtud do srdce drobnými otvory – **ostii** (v srdeční stěně)

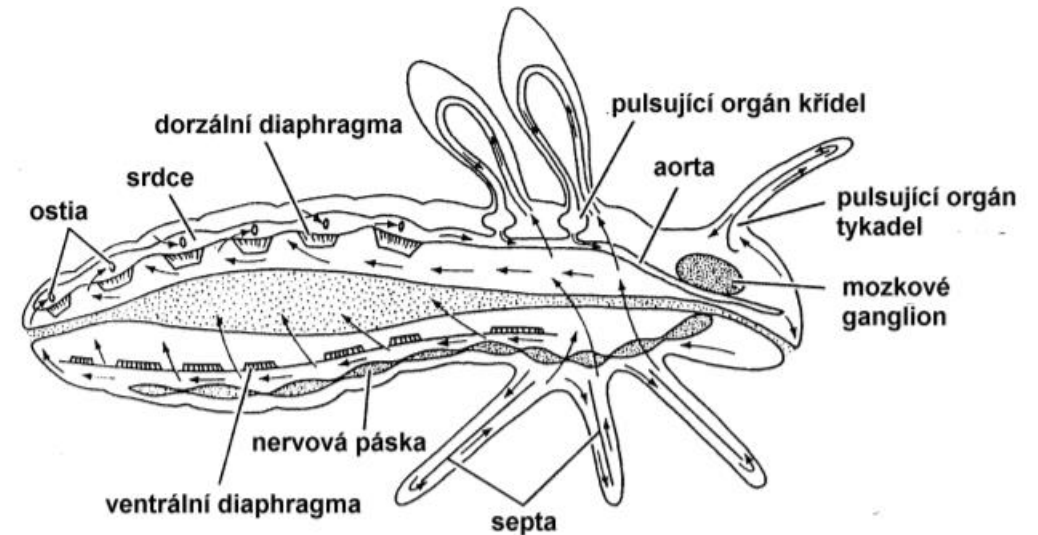
- Proudění krve je vyvoláno:
 - činností srdce
 - podtlakem v perikardiálním sinu (periodicky vzniká při srdečních kontrakcích)



Obr. 210 Schema oběhové soustavy s hemocoelem (korýš).
Odkysličená krev je znázorněna černou barvou, šipky znázorňují směr proudění krve. Podle Brusca a Brusca (1990).

Ectognatha - Hmyz

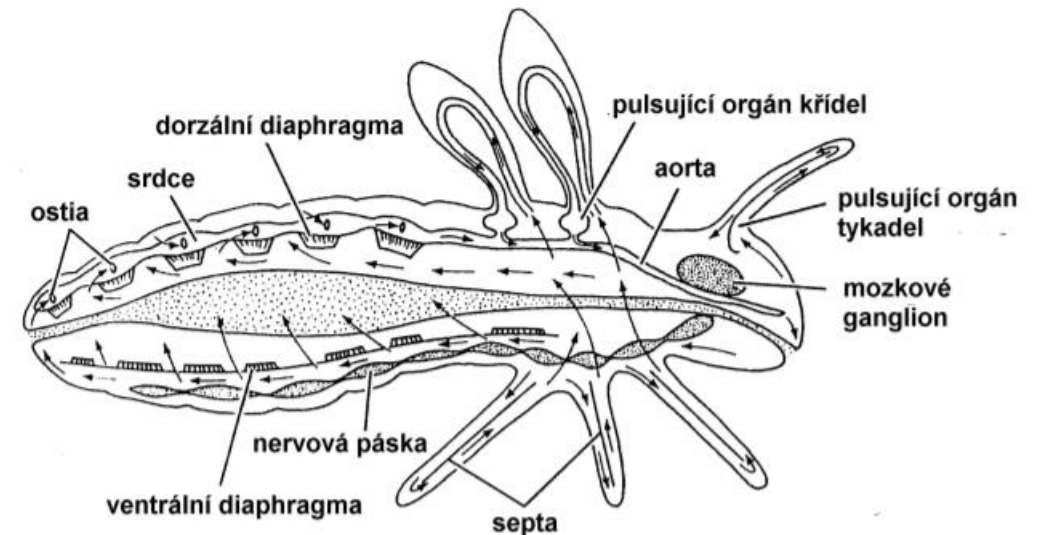
- Stejný princip
- Srdce
 - probíhá pod dorzálním povrchem zadečku (devíti segmenty)
 - je uloženo v perikardiálním sinu
- **Křídlaté svaly**
 - napomáhají pohybu srdečních kontrakcí
- **Pulsující orgány**
 - Na bázi křídel a končetin
 - Umožňují pohyb hemolymfy



Obr. 211 Schema oběhové soustavy s hemocoelem (hmyz). Šipky znázorňují směr proudění hemolymfy. Tečkovaně střeva a nervová soustava. Podle Wigglesworthe (1965), z Brusca a Brusca (1990).

Ectognatha - Hmyz

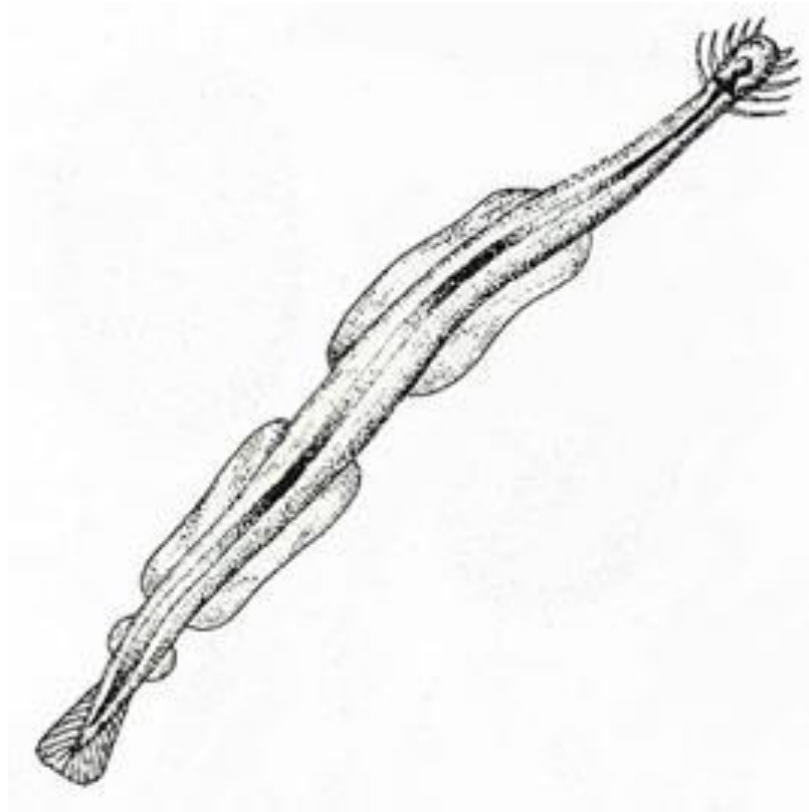
- Hemocoel rozčleněn přepážkami na:
 - dorzální (perikardiální sinus)
 - střední (periviscerální sinus)
 - ventrální (perineurální sinus)
- Podélná septa
 - V končetinách
 - Cirkulace hemolymphy



Obr. 211 Schema oběhové soustavy s hemocoelem (hmyz). Šipky znázorňují směr proudění hemolymfy. Tečkovaně střevo a nervová soustava. Podle Wigglesworthe (1965), z Brusca a Brusca (1990).

Chaetognatha

- Primární tělní dutina slouží jako hemální systém



Echinodermata – ostnokožci

- Hemální systém – ohraničený pseudocoel okolo střev a cévní systém
- Cévní systém – vertikální sinus a axiální céva, která se dále větví
- Někteří ostnokožci mají jednoduché srdce – pumpující orgán napojený na axiální cévu



Závěr

- Oběhové systémy původem z pseudocoelomu ohraničené ECM
- OS původem z coelomu ohraničené epitelem – u bezobratlých pouze Nemertea (u cephalopod cévy ohraničené epitelem, ale OS původem z pseudocoelomu)
- Vznik cév a srdce souvisí s větší velikostí těla – potřeba efektivněji distribuovat živiny
- Srdce – konvergence – vznik v souvislosti s velikostí těla (u drobných živočichů není potřeba), nesouvisí s fylogenetickým vývojem

Název	Soustava	
Cnidaria	Není CS	Gastrovaskulární s., někdy systém kanálků
Chaetognatha	Není CS	Hemální systém
Platyhelminthes	Není CS	Větvené střevo
Kamptozoa	Není CS	
Rotifera	Není CS	
Acantocephala	Není CS	Systém kanálků s póry
Mollusca	Cévní soustava, složité srdce	Otevřená (U Cephalopod uzavřená)
Brachiopoda	Cévní soustava, váčkovité srdce	Otevřená

	Soustava	
Nemertea	Cévní soustava – z coelomu!	Uzavřená – primitivní – lakuny
Sipunculida	Není CS	
Annelida	Cévní soustava	Uzavřená
Ectoprocta (Bryozoa)	Není CS	
Nematoida	Není CS	
Onychophora	Cévní soustava, srdce	Otevřená
Arthropoda	Cévní soustava, srdce	Otevřená, U hmyzu – Přepážky a septa hemocoelu, křídlaté svaly, pulsující orgány
Hemichordata	Cévní soustava, primitivní srdce	Uzavřená
Echinodermata	Cévní soustava, někdy srdce	Uzavřená, Hemální systém